

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>  
B23C 5/10

識別記号  
B

庁内整理番号  
F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 4 頁)

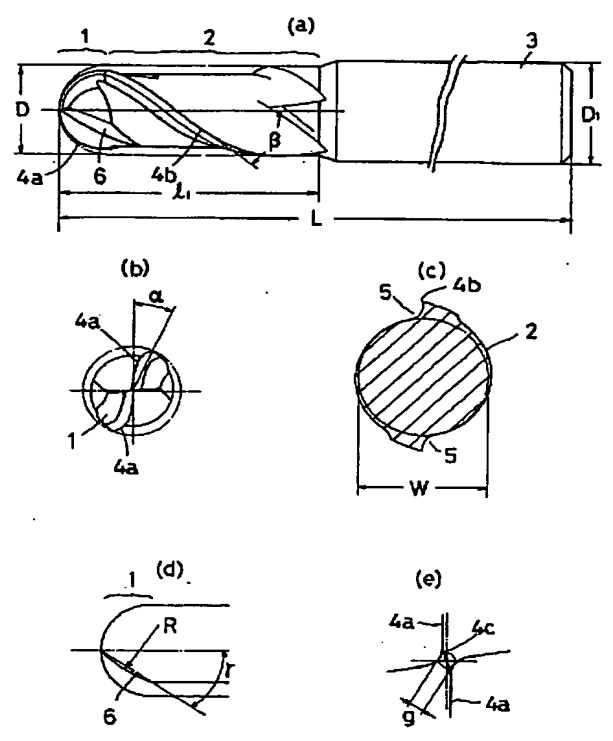
(21) 出願番号	実願平5-52103	(71) 出願人	000002130 住友電気工業株式会社 大阪府大阪市中央区北浜四丁目 5 番 33 号
(22) 出願日	平成 5 年 (1993) 9 月 27 日	(72) 考案者	国森 永年 伊丹市昆陽北一丁目 1 番 1 号 住友電気工業株式会社伊丹製作所内
		(72) 考案者	森 良克 伊丹市昆陽北一丁目 1 番 1 号 住友電気工業株式会社伊丹製作所内
		(72) 考案者	中木原 勝也 伊丹市昆陽北一丁目 1 番 1 号 住友電気工業株式会社伊丹製作所内
		(74) 代理人	弁理士 鎌田 文二 (外 2 名) 最終頁に続く

(54) 【考案の名称】 ボールエンドミル

(57) 【要約】

【目的】 超硬合金等から成るソリッドボールエンドミルの切削中の振動、切屑の噛み込みを少なくして刃先のチッピング等を減少させ、寿命の延長と仕上げ面粗度の向上を図る。

【構成】 硬質材で作られたボールエンドミルの先端球面部 1 における切れ刃 4 a のねじれ角  $\alpha$  を  $20^{\circ} \sim 30^{\circ}$  にする。また、後方ストレート部 2 における切れ刃 4 b のねじれ角は  $35^{\circ} \sim 45^{\circ}$  とする。そして更に、ストレート部におけるポケット 5 最深部の芯厚 W を  $0.8 D \sim 0.9 D$  ( $D$  = エンドミル径) にする。これにより、切削抵抗の低減、剛性向上、切削バランスの改善が図られ、切削中の振動が抑制される。また、切屑の処理と排出性も良くなり切屑の噛み込みも減少する。



## 【実用新案登録請求の範囲】

【請求項1】 超合金等の硬質材で作られたソリッドタイプのボールエンドミルであって、切れ刃が先端球面部から後方のストレート部に連なり、その切れ刃は先端球面部におけるねじれ角が $20^{\circ} \sim 30^{\circ}$ 、後方のストレート部におけるねじれ角が $35^{\circ} \sim 45^{\circ}$ に設定され、さらに、ストレート部におけるポケット最深部の芯厚がエンドミル径Dの0.8~0.9倍であることを特徴とするボールエンドミル。

【請求項2】 回転中心部の切れ刃を芯上りとして回転中心に $0.015D \sim 0.035D$ の幅のチゼルを形成してある請求項1記載のボールエンドミル。

【請求項3】 ギャッシュ角を付す面を半径が $0.3D \sim 0.8D$ の円弧面にしてある請求項1又は2記載のボールエンドミル。

【請求項4】 切れ刃のホーニング量を、先端中心部については $0 \sim 0.01\text{mm} \times 20^{\circ} \sim 30^{\circ}$ 、球面外周部については $0.003 \sim 0.02\text{mm} \times 20^{\circ} \sim 30^{\circ}$ とし、この範囲でそのホーニング量を先端中心から球面外周部に向かって徐々に大きくしてある請求項1、2又は3に記載のボールエンドミル。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】 (a) : 本考案のボールエンドミルの一例を示す側面図

(b) : 同上の正面図

(c) : ストレート部の軸直角断面図

(d) : ギャッシュ部を縦に切った断面図

(e) : チゼル部の拡大正面図

【図2】 (a) : 従来のボールエンドミルを示す側面図

(b) : 同上の正面図

(c) : ストレート部の軸直角断面図

(d) : ギャッシュ部を縦に切った断面図

(e) : チゼル部の拡大正面図

【図3】 先端球面部の切れ刃に働く切削力の方向を示す図

【図4】 横送り加工時の切屑厚みを示す図

【図5】 刃先のホーニング処理の例を示す拡大断面図

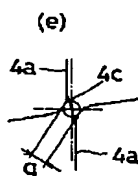
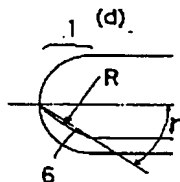
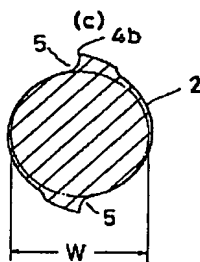
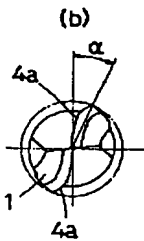
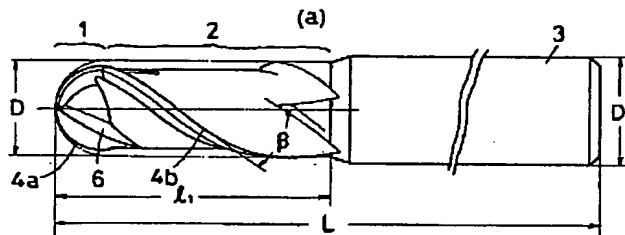
【図6】 スラストの比較試験結果をグラフ化して示す図

【図7】 寿命の比較試験結果をグラフ化して示す図

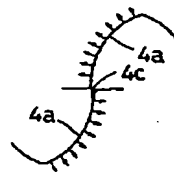
## 【符号の説明】

- 1 先端球面部
- 2 ストレート部
- 3 シャンク
- 4 a 先端球面部の切れ刃
- 4 b ストレート部の切れ刃
- 4 c チゼル
- 5 ポケット
- 6 ギャッシュ角を付した面

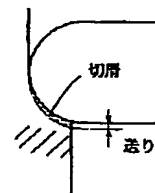
【図1】



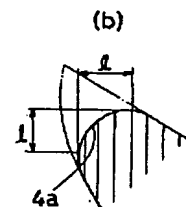
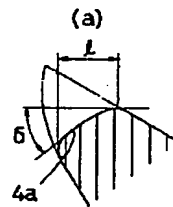
【図3】



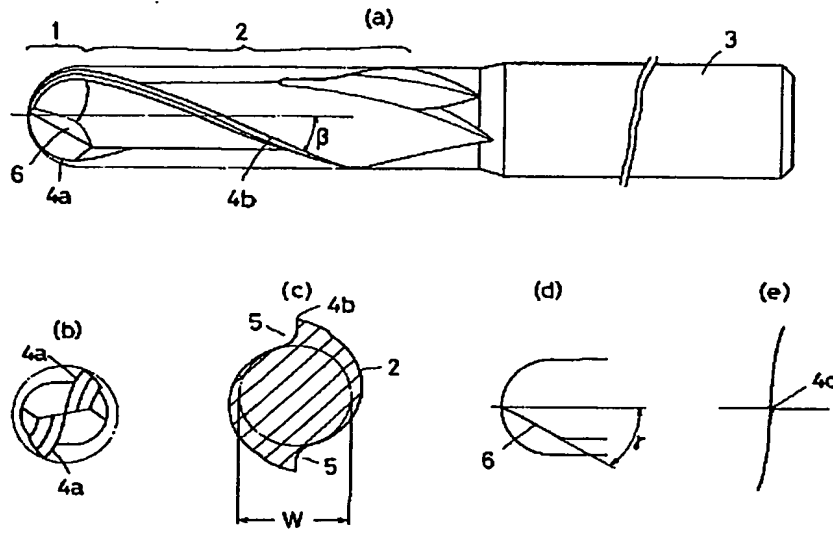
【図4】



【図5】

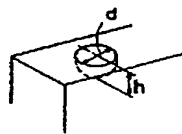


【図 2】

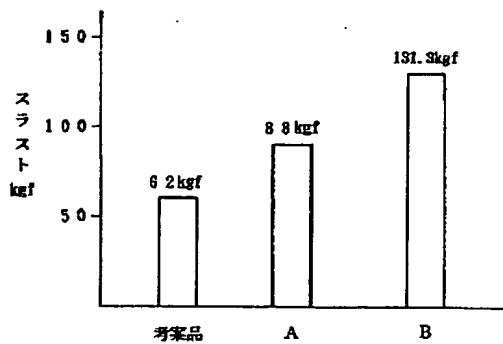


【図 6】

突込み加工



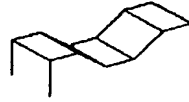
エンドミル:  $\phi 10$  (R5.0)  
 被削材: SCM435 (HRC30)  
 条件 N: 2800rpm  
 V: 82 m/min  
 F: 400 mm/min  
 f: 0.077 mm/刃  
 d: 8.0 mm  
 エアー









【図 7】

## 微加工

エンドミル:  $\phi 10$  (R5.0)  
 被削材: SCM435 (HRC30)  
 条件 N: 2800rpm  
 V: 82 m/min  
 F: 400 mm/min  
 f: 0.077 mm/刃  
 d: 3.0 mm  
 Pf: 6.0 mm エアー



エンドミル:  $\phi 10$  (R5.0)  
 被削材: SKD61 (HRC60)  
 条件 N: 1000rpm  
 V: 31 m/min  
 F: 100 mm/min  
 f: 0.05 mm/刃  
 d: 2.0 mm  
 Pf: 4.0 mm エアー

考案品		$0.3\text{mm} + \alpha$	考案品		$0.3\text{mm} + \alpha$
A		欠け発生	A		欠け発生
B		欠け発生	B		欠け発生
C		欠け発生	C		欠け発生

フロントページの続き

(72) 考案者 大屋 敬雄  
 伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友電気工  
 業株式会社伊丹製作所内

(72) 考案者 藤村 明生  
 伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友電気工  
 業株式会社伊丹製作所内

## 【考案の詳細な説明】

【0001】

## 【産業上の利用分野】

本考案は、鋼や鋳鉄類の曲面加工に用いられるボールエンドミル、中でも超硬合金等の硬質材で作られたソリッドタイプのボールエンドミルの改善案に関する。

【0002】

## 【従来の技術】

周知のソリッドタイプのボールエンドミルは、図2に示すように、先端の球面部1に円弧状の切れ刃4aを形成し、さらに、後方のストレート部2に球面部の切れ刃4aに連なる切れ刃4bを形成してある。切れ刃4aは、同図(b)に示すねじれ角 $\alpha$ を $10^\circ$ 前後とし、さらに、同図(e)に示すように、内端を回転中心に充分に近づけて回転中心を通る線上に置いてある。

【0003】

従って、回転中心のチゼル4cは極く微小な幅になっている。一方、切れ刃4bは $25^\circ$ 前後のねじれ角をもつねじれ刃又はストレート刃にしてある。また、同図(c)に示すストレート部の芯厚w(ポケット5の最深部の径)をエンドミル径Dの $2/3$ 程度とし、同図(d)に示すギャッシュ角 $\gamma$ を付した面6はストレート面としてある。刃数は1～4枚である。

【0004】

このボールエンドミルは、被削物の曲面加工だけでなく、切れ刃4bにより軸芯と略平行な面の加工も行える。

【0005】

また、その材料には、主として高速度鋼が用いられているが、高速加工の観点から表面にTiN等の硬質被覆を設けたり、材料にWCを主成分とする超硬合金を使用したり、その表面に前述の如き硬質被覆を施すことも行われている。

【0006】

## 【考案が解決しようとする課題】

エンドミルは、横送り加工して使用されるので、ヤング率の高い材料を使って

も剛性が不足すると切削中に振動し、これが原因で切れ刃のチッピングが起こり、極端なケースではエンドミル自体が折れてしまう。

【0007】

切屑の噛み込み等も上述したチッピング、切損の原因となるが、上述した従来のエンドミル、中でも超硬合金製のエンドミルは、この点に関して満足できない面があり、高速加工を行うと寿命が短く、加工精度も悪くなると言う問題があった。

【0008】

そこで、本考案は、構造面から超硬合金等の硬質材から成るソリッドボールエンドミルの剛性を向上させて切削中の振動を低く抑えることを課題としている。

【0009】

【課題を解決するための手段】

上記の課題を解決するため、本考案においては、先端球面部から後方のストレート部に連なる切れ刃の先端球面部におけるねじれ角を $20^{\circ} \sim 30^{\circ}$ 、後方のストレート部におけるねじれ角を $35^{\circ} \sim 45^{\circ}$ に設定し、さらに、後方ストレート部におけるポケット最深部の芯厚を $0.8D \sim 0.9D$ となす。

【0010】

このボールエンドミルは、回転中心部の切れ刃を芯上りとして回転中心に $0.015D \sim 0.035D$ の幅のチゼルを形成したり、ギャッシュ角を付す面を半径が $0.3D \sim 0.8D$ の円弧面にしたり、切れ刃のホーニング量を、先端中心部については $0 \sim 0.01\text{mm} \times 20^{\circ} \sim 30^{\circ}$ 、球面外周部については $0.003 \sim 0.02\text{mm} \times 20^{\circ} \sim 30^{\circ}$ とし、この範囲でそのホーニング量を先端中心から球面外周部に向かって徐々に大きくしたりするとより好ましい形態となる。

【0011】

【作用】

切れ刃のねじれ角を先端球面部、後方ストレート部とも従来品に比べて相当大きくしたことにより、被削物への喰付性が良くなり、切削抵抗も軽減される。従って、同一切削条件であれば従来のエンドミルよりも切削抵抗によるしなり（いわゆる倒れ）が少なく、切削中の振動が抑えられる。

## 【0012】

また、ボールエンドミルの場合、主に先端球面部を使って切削するが、先端球面部のねじれ角が大きいと、生成される切屑は大きく彎曲した状態で周速差（軸心部の切削速度はゼロで外周部との速度差が大きい）による流出速度の差を受けるため大きく歪んで破断し易くなり、このため、切屑の処理及び排出性が良くなって切屑の噛み込みが減少する。

## 【0013】

さらに、先端球面部のねじれ角が大きいと、図3に示すように球面部の切れ刃に作用する切削力の方向がずれてくるため、切削抵抗の向きが徐々に変わって切削バランスが良くなり、また、刃長の増加で切れ刃に加わる衝撃も緩和される。

## 【0014】

さらに、ストレート部の芯厚を大きくしたことにより、この部分の断面積、断面2次モーメントが共に従来エンドミルよりも大きくなる。例えば、直径6mmのエンドミルについてストレート部の断面積、断面2次モーメントを比較すると表1のようになる。

## 【0015】

【表1】

(小数点第3位以下切捨)

	断面積 (mm <sup>2</sup> )	断面2次モーメントmax	断面2次モーメントmin
本考案品	20.33	36.24	30.59
従来品	18.61	31.74	26.82

## 【0016】

従って、ストレート部の剛性が向上し、これによっても切削中の振動が抑制される。

## 【0017】

本考案のボールエンドミルは、以上のことが有効に作用して耐摩耗性、耐チップング性が高まり、寿命や仕上面粗度が向上する。

## 【0018】

なお、回転中心部の切れ刃を芯上りにしてチゼル幅を従来品よりも大きくしたものは、チゼル刃の強度が向上してその刃のチッピングがより少なくなる。ここで言う芯上りとは、図1(e)に示すように、切れ刃4aを回転中心を通る線上から回転方向前方にずらすことである。

【0019】

また、ギャッシュ角を付す面を円弧面にしたものは、その面から切れ刃までの距離が短くなるので切屑の排出性を悪化させずに先端球面部の切れ刃強度を向上させることができる。

【0020】

さらに、切れ刃のホーニング量を先端中心部から球面外周部に向かって徐々に大きくしたものは、切削抵抗を増大させずに切れ刃の耐溶着チッピング性を向上させることができる。横向き加工時の切屑は、図4に示すように先端中心側が薄く、外周側ほど厚くなるので、かかるホーニング処理はチッピング防止に関して非常に有効である。

【0021】

なお、切れ刃4aのねじれ角 $\alpha$ は、大き過ぎると切れ刃のバックメタルが小さくなり、切れ刃強度が低下するので、切れ刃強度を考慮して上限を設けた。また、切れ刃4bのねじれ角 $\beta$ が過大であると剛性が低下するのでこの $\beta$ についても上限を定めた。

【0022】

$\alpha$ 、 $\beta$ の下限は上述の効果が充分に発揮される値を選んだ。

【0023】

【実施例】

図1に、本考案のボールエンドミルの一例を示す。図は2枚刃のエンドミルを例に挙げたが、刃数は2枚以上にすることもある。

【0024】

また、エンドミル径とシャンク3の径は、図のようにシャンク径を大とする場合と両者を同一径にする場合とがある。

【0025】



さらに、材料にはWC-Co系、WC-TaC-TiC-Co系の超硬合金やサーメット等の硬質材が用いられ、必要に応じて表面にTiN、TiC、TiCN、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、TiAlN等の硬質被覆が施される。

【0026】

切れ刃は先端球面部の切れ刃4aに後方ストレート部2の切れ刃4bを連ねた状態になっている。先端球面部の切れ刃4aの同図(b)に示すねじれ角 $\alpha$ は20°~30°にしてあり、一方、ストレート部の切れ刃4bについては、そのねじれ角 $\beta$ を35°~45°にしてある。

【0027】

また、ストレート部における芯厚W〔図1(c)参照〕は、0.8D~0.9Dにしてある。

【0028】

さらに、同図(e)に示すように、切れ刃4aを芯上りにして先端中心部に付すチゼル4cの幅gを0.015D~0.035Dにしてある。

【0029】

図1(d)に示すギャッシュ角 $\gamma$ はスラスト低減のために30°前後とし、この状態でギャッシュ角を付す面6を0.3D~0.8Dの半径をもつ円弧面として先端部の強度を向上させている。

【0030】

また、切れ刃4aのホーニング量を先端中心部から球面外周部に向かって徐々に大きくしている。このホーニングは、図5(a)に示す角ホーニング( $\delta=20^\circ\sim30^\circ$ )、同図(b)に示す丸ホーニングのどちらであってもよいが、切削抵抗は角ホーニングの方が小さくなる。ホーニング量の具体的数値は、先端中心部側が0~0.01mm、球面外周部が0.003~0.02mmの範囲にあるようにしてその範囲で大きさを徐々に変化させている。

【0031】

以下に、本考案のボールエンドミルに関する性能評価試験について述べる。

【0032】

実施例で述べた構造のボールエンドミルを試作した。その寸法諸元は以下の通りである。

直径  $D = 10 \text{ mm}$  ( $r = 5.0$ )、シャンク径  $D_1 = 10 \text{ mm}$ 、全長  $L = 100 \text{ mm}$ 、有効刃長  $l_1 = 20 \text{ mm}$ 、ストレート部芯厚  $W = 8.0 \text{ mm}$ 、切れ刃  $4a$  の芯上り量  $= 0.2 \sim 0.3 \text{ mm}$ 、チゼル幅  $g = 0.5 \text{ mm}$ 、すくい角  $0 \sim 5^\circ$ 、切れ刃の一番逃げ角  $14^\circ \sim 16^\circ$ 、ギャッシュ角  $\gamma = 30^\circ$ 、ギャッシュ角の付いた面の円弧半径  $= 20 \text{ mm}$ 。

【 0 0 3 3 】

この試作エンドミルと、市販の  $D = 10 \text{ mm}$  の従来エンドミル 2 種 ( 比較例 A、B ) を用いて深さ  $d = 6 \text{ mm}$  の突っ込み加工を行った。

【 0 0 3 4 】

切削条件は、被削材 = SCM 435 ( HRC 30 )、回転数  $N = 2600 \text{ rpm}$ 、切削速度  $V = 82 \text{ m/min}$ 、送り速度  $F = 400 \text{ mm/min}$ 、送り量  $= 0.077 \text{ mm/刃}$  であり、エアーを吹付けながら加工を行った。

【 0 0 3 5 】

その結果、図 6 に示すように、本考案品は比較例に比べてスラスト力が相当低く、切屑の処理、排出も良好であった。

【 0 0 3 6 】

なお、比較品 A、B は先端球面部の切れ刃のねじれ角は同じである。にも拘らず、スラスト力に大きな差が見られたのは、ギャッシュ角、チゼル幅、刃先のホーニング処理等の違いによると思われる。

【 0 0 3 7 】

— 実験例 2 —

実験例 1 で用いたものと同じ本考案品と比較例 A、B 及びこれも市販品の比較例 C ( $D = 10 \text{ mm}$ ) の 4 種類のボールエンドミルを用意した。そして、これ等の試料を用いて表 2 の I、II の条件で倣い加工を行った。

【 0 0 3 8 】

【 表 2 】

	条件 I	条件 II
被削材	S C M435 (H R c 30)	S K D61 (H R c 60)
回転数 N (rpm)	2600	1000
切削速度 V (m/min)	82	31
送り速度 F (mm/min)	400	100
送り量 f (mm/刃)	0.077	0.05
切込み d (mm)	3.0	2.0
バックフィード P f (mm)	6.0	4.0

## 【 0 0 3 9 】

図 7 にその結果を示す。この実験では、本考案品は条件 I、II のどちらにおいても振動が小さく、また総加工長 0.3 m 時点では切れ刃のチッピング、欠け等も見られず、まだまだ継続切削が可能であった。

## 【 0 0 4 0 】

これに対し、比較例 A、B、C はいずれも総加工長 0.3 m の段階で既に欠けが生じ、その寿命が短かった。

## 【 0 0 4 1 】

## 【 考 案 の 効 果 】

以上述べたように、本考案のボールエンドミルは、切削抵抗の軽減、剛性の向上、切削バランスの改善を図って切削中の倒れに起因した振動を抑制し、また、切屑の処理性、排出性を向上させることにより切屑の噛み込みを少なくし、更に必要に応じチゼル幅の設定、ギャッシュ形状の工夫、切れ刃のホーニング処理の工夫を加えて刃先強度をより一層向上させるようにしたので、加工の安定性、切れ刃の耐摩耗性、耐チッピング性が高まり、高速加工でも長寿命を発揮し、仕上面粗度の大幅向上も実現できる。